



Aplicatie software pentru proiectarea și dimensionarea rețelelor electrice de distribuție

Virgil Dumbrava, Bogdan Nicoara, Jean-Marc Le Lann, Philippe Duquenne

► To cite this version:

Virgil Dumbrava, Bogdan Nicoara, Jean-Marc Le Lann, Philippe Duquenne. Aplicatie software pentru proiectarea și dimensionarea rețelelor electrice de distribuție. *Energetica*, 2007, 55 (6), pp.219-222. hal-01916672

HAL Id: hal-01916672

<https://hal.science/hal-01916672>

Submitted on 8 Nov 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible

This is an author's version published in: <http://oatao.univ-toulouse.fr/21046>

To cite this version:

Dumbrava, Virgil and Nicoara, Bogdan and Le Lann, Jean-Marc  and Duquenne, Philippe  *Aplicatie software pentru proiectarea ,i dimensionarea retelelor electrice de distributie.* (2007) *Energetica*, 55 (6). 219-222. ISSN 1453-2360

Any correspondence concerning this service should be sent
to the repository administrator: tech-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr

Aplicație software pentru proiectarea și dimensionarea rețelelor electrice de distribuție

Virgil DUMBRAVĂ¹, Bogdan NICOARĂ², Jean Marc LELANN³, Philippe DUQUENNE⁴

Abstract: This paper presents the results of implementing the methodology for the design of electrical distribution networks, as it is described in the PE 132/2003 Romanian design procedure. The experimental software produced contains a number of functions for sizing the network elements. Therefore, databases with the technical characteristics of mains types of equipment used in Romanian electrical distribution networks are created and used.

Key words: electrical distribution networks, design, sizing

Descriptori: rețele electrice de distribuție, proiectare, dimensionare

Contribuții

Contribuția autorilor constă în implementarea în cadrul unui program de calcul original, a metodologiei de proiectare a rețelelor electrice de distribuție prevăzută în PE 132/2003, precum și a unor funcții pentru realizarea dimensionării elementelor de rețea. În acest scop, sunt create și folosite baze de date cu caracteristicile tehnice ale principalelor tipuri de echipamente folosite în calculele de proiectare a rețelelor electrice de distribuție.

Față de alte programe de calcul comerciale specializate existente, aplicația ce va fi prezentată în continuare are avantajul că respectă integral prevederile PE 132/2003, fiind construită pentru a aplica pas cu pas prevederile acesteia.

1. Punerea problemei

Pornind de la faptul că în cadrul activității de proiectare a unor noi linii electrice de distribuție sunt de parcurs următoarele etape:

- determinarea configurației rețelei noi de distribuție;
- determinarea secțiunii tronsoanelor rețelei;
- dimensionarea echipamentelor de comutație;
- dimensionarea transformatorului de alimentare.

A rezultat că, pentru sistematizarea și ușurarea activității proiectanților, este util de realizat un program de calcul care trebuie să aibă în principal următoarele funcții:

- să-l asiste pe utilizator în stabilirea configurației noii rețele de distribuție ce trebuie proiectată;
- să efectueze calculele de dimensionare pentru tronsoanele rețelei electrice și pentru echipamentele de comutație și transformatorul de alimentare;
- să efectueze calculele de verificare necesare;
- să editeze rapoarte pentru fiecare din etapele de mai sus.

Caracteristicile programului de calcul experimental realizat sunt următoarele:

- toate valorile reprezentând parametri ai elementelor de rețea sunt preluate automat din baze de date proprii programului;
- bazele de date care, la momentul finalizării programului vor conține informații disponibile până la acel moment, vor putea fi dezvoltate ulterior de către utilizatori, pentru a include informații despre noi echipamente;
- de regulă, în cazul în care utilizatorul trebuie să ofere programului o informație necesară, aceasta va fi pusă la dispoziția utilizatorului printr-o listă derulantă, din care utilizatorul va alege informația pe care o consideră necesară;
- de regulă, valorile introduse de utilizator vor fi verificate de către program, pentru a elimina erorile de tastare, sau valorile anormale ale unor mărimi.

Pentru a permite utilizarea ușoară a programului de calcul, acesta este prevăzut cu o interfață utilizator prin care, cu ajutorul sistemului de funcții disponibile în meniu, vor putea fi parcurse sistematic toate operațiile necesare.

Programul de calcul conține două mari module, care asigură proiectarea configurației rețelei electrice și respectiv dimensionarea elementelor de rețea.

2. Definirea topologiei unei rețele electrice

Aplicația realizată permite proiectarea configurației pentru rețele electrice de joasă sau de medie tensiune, de distribuție rurală sau urbană.

După introducerea datelor necesare pentru o linie de joasă sau de medie tensiune, aplicația generează două rapoarte:

- un prim raport asupra consumatorilor, în care sunt trecute datele inițial introduse de către utilizator precum și puterile de calcul ale consumatorilor, determinate cu ajutorul aplicației;
- un al doilea raport asupra liniilor rețelei, cu nodurile de intrare și ieșire, respectiv consumatorii la nodurile de ieșire, informații introduse inițial de către utilizator, precum și puterea de calcul determinată cu ajutorul aplicației.

Pentru determinarea datelor din cele două rapoarte, este necesară parcurgerea câtorva pași, care vor fi prezentați și explicați în continuare. Programul de calcul este astfel conceput încât să ghideze utilizatorul în utilizarea sa cât mai corectă.

Pentru proiectarea rețelelor și determinarea corectă a puterilor de calcul, trebuie avute în vedere următoarele reguli:

- rețelele de JT și MT sunt alcătuite din linii (tronsoane) și din noduri;
- consumatorii, de orice fel, se consideră racordați la nodurile rețelei;
- un consumator racordat la un nod poate fi compus, la rândul lui, din mai mulți consumatori individuali

¹ Conf. dr. ing., Universitatea „POLITEHNICA” din București, Facultatea de Energetică

² Prof. dr. ing., Universitatea „POLITEHNICA” din București, Facultatea de Energetică

³ Prof. dr. ing., Institut National Polytechnique Toulouse, Département Génie Industriel

⁴ Conf. dr. ing., Institut National Polytechnique Toulouse, Département Génie Industriel

- (de genul garsoniere, apartamente, vile, unități școlare / medicale etc.);
- definirea rețelei se poate întrerupe, dacă este necesar, dar numai sub controlul programului, folosind comenzile puse la dispoziția utilizatorului în acest scop. Alt gen de întreruperi conduc la rezultate neprevizibile și necesită reluarea definirii rețelei;
 - datele caracteristice nodurilor și liniilor (tronsoanelor) rețelei trebuie introduse cu mare atenție, deoarece acestea nu mai pot fi modificate parțial (definirea rețelei trebuie reluată de la început). Este permisă doar operația de extindere a rețelei cu noi linii și noduri (prin comanda „deschide rețea existentă”);
 - consumatorii noi pot fi definiți iar cei vechi actualizați și după terminarea descrierii rețelei;
 - la o rulare a aplicației se lucrează cu o singură rețea de JT sau de MT.

Pentru definirea unei rețele noi se va alege din meniu opțiunea „Rețea”, iar apoi se alege tipul rețelei dorite (rețea de joasă respectiv medie tensiune), conform figurii 1.

După selectarea rețelei dorite, se poate alege opțiunea creării unei noi rețele electrice sau deschiderea unei rețele existente care a fost creată anterior, tot cu această aplicație.

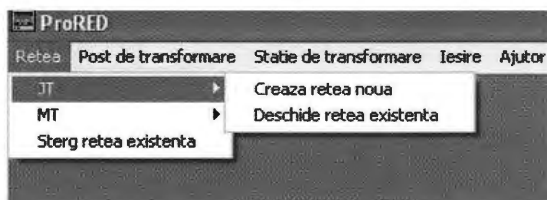


Fig. 1. Modul de selectare a unei rețele

Selectarea opțiunii „Creează rețea nouă” deschide fereastra din figura 2, fereastră prin care se poate defini numele rețelei ce va fi creată și se pot declara tensiunea și tipul rețelei (urbană sau rurală).

Pentru rețelele de JT, valorile tensiunii rețelei pot fi 0,23 kV sau 0,4 kV, iar pentru rețelele de MT, valorile tensiunii rețelei pot fi de 6 kV, 10 kV sau 20 kV.

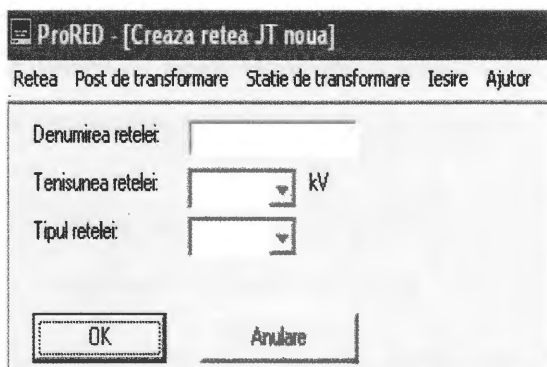


Fig. 2. Definirea unei noi rețele

Pentru continuarea descrierii funcțiilor aplicației, presupunem că se dorește crearea unei rețele de JT, denumită „Rețea JT”, cu tensiunea nominală de 0,4 kV, de tip rural. În cazul în care nu există deja o rețea cu acest nume, programul de calcul va genera imediat un avertisment de forma „Fișierul Rețea JT.mdb nu există și va fi creat

acum!”. Dacă se dorește modificarea sau completarea unei rețele deja existente, utilizatorul va fi avertizat printr-un mesaj de forma „Fișierul Rețea JT.mdb există deja; continuând să lucrați îl veți modifica!”.

După ce aplicația va crea în mod automat o bază de date pentru noua rețea ce se dorește a fi studiată, în fereastra din figura 3 se observă cum pot fi introduse nodurile tronsoanelor rețelei (nod inițial / nod final) și consumatorii. Primul nod care va trebui introdus este nodul prin care se face alimentarea noii rețele (de la o stație sau un post de transformare). În exemplul prezentat în figura 3, primul nod descris este n0. După introducerea primului nod al rețelei, se vor introduce în ordine nodurile următoare, consumatorii asociați acestor noduri, nodul de legătură în amonte și în cele din urmă lungimea tronsonului. Pentru exemplificare s-a ales o rețea formată din patru tronsoane, cu patru noduri la care sunt racordați patru consumatori. Lungimea fiecărui tronson de linie este de 50 m (vezi figura 3).



Fig. 3. Etapa de definire a tronsoanelor de linie și a nodurilor din rețea

În continuare, după ce s-au introdus toate tronsoanele de linie (prin nodurile de început și de sfârșit) și consumatorii rețelei, se poate trece la următorul pas. Acest lucru devine posibil după ce este declarat sfârșitul etapei de definire a rețelei, prin intermediul comenzii „Am terminat de introdus legăturile.” (figura 3).

3. Determinarea sarcinilor electrice în rețea

Stabilirea corectă a sarcinilor electrice de calcul constituie calea cea mai sigură pentru o dimensionare rațională a elementelor unei rețele de distribuție a energiei electrice.

Erorile posibile în determinarea acestor sarcini pot conduce la cheltuieli nejustificate pentru rețeaua electrică, în cazul în care sarcinile au fost supraevaluate, sau la necesitatea dezvoltării rețelei înainte de termenul stabilit în cazul unei subevaluări a acestora.

Pentru a evita asemenea situații, proiectanții sunt – de regulă – tentați să adopte factori de siguranță exagerați, majorând în consecință valorile acestor sarcini. Adesea se adoptă sarcini de calcul majorate în faza inițială de proiectare sub motivul dezvoltării ulterioare.

Pornind de la aceste considerații, definirea consumatorilor și a sarcinilor lor electrice este atent reglementată în PE 132/2003. Datele de care este nevoie pentru definirea consumatorilor și a consumurilor asociate lor (conform informațiilor din figura 4) sunt:

- tipul consumatorului definit: *casnic*, *terțiar*
- dotarea consumatorului - în funcție de tipul

consumatorului, se poate alege:

- pentru consumatorii casnici: gospodărie în sat izolat, gospodărie în sat dezvoltat, casă de vacanță;
- pentru consumatorii terțieri: școală, magazin, instituții școlare (creșă, grădiniță), dispensar sau cabinet medical, liceu, gimnaziu, poștă, moară, lăptărie, brutărie, crescătorie de păsări, crescătorie de animale, grajduri, staule, atelier mecanic, depozit materiale, spital;
- puterea de calcul (conform PE 132, e vorba de puterea minimă, maximă, obținută pe bază de chestionar sau pe bază de analiză);
- numărul consumatorilor identici.

Consumatorii noi pot fi definiți, iar cei vechi actualizați, și după terminarea descrierii lor (prin comanda „Deschide rețea existentă”).

După ce s-au introdus toate aceste date, se poate verifica puterea de calcul, folosind comanda „Verificare putere”. Această verificare este foarte utilă înainte de înregistrarea consumatorului în baza de date, deoarece acum se poate vedea ce valoare are puterea de calcul pentru acest consumator (se ține cont de faptul că normativul PE 132/2003 prevede anumiți coeficienți de utilizare a puterii instalate).

În acest mod se vor înregistra pe rând toate datele consumatorilor. Pentru exemplul analizat, datele care trebuie introduse sunt prezentate în tabelul 1.

Fig. 4. Introducerea datelor despre consumatori

Caracteristicile consumatorilor din rețeaua analizată

Denumirea consumatorului	Tipul	Denumirea	Dotarea	Numărul	Puterea de calcul kW
c1	Casnic	Casă de vacanță	A3	1	1,5
c2	Terțiar	Creșă grădiniță		1	3
c2	Terțiar	Școală		1	4,5
c2	Casnic	Gospodărie în sat izolat	A1	20	0,9
c2	Casnic	Gospodărie în sat izolat	A1	10	0,9
c2	Casnic	Gospodărie în sat izolat	A1	5	0,9
c3	Casnic	Gospodărie în sat izolat	A1	20	0,9
c3	Casnic	Gospodărie în sat izolat	A1	10	0,9
c4	Casnic	Gospodărie în sat izolat	A1	5	0,9
c4	Terțiar	Magazin		1	1,28

Tabelul 1

Pasul următor, la care se poate ajunge prin comanda „Am terminat de înregistrat consumatorii.”, permite determinarea puterii de calcul pe liniile rețelei. Aplicația va genera automat două rapoarte:

- raport asupra consumatorilor;
- raport asupra liniilor.

Pentru a vizualiza rapoartele, trebuie aleasă opțiunea corespunzătoare (vezi figura 5).

Rapoartele vor putea fi apoi salvate fie într-un fișier Word, fie într-un fișier Excel. Rapoartele care au fost generate pentru rețeaua analizată mai sus sunt prezentate în figurile 6 și 7.

Programul permite vizualizarea și tipărirea sub forma unor fișiere de tip text atât a datelor de intrare (bazele de date), cât și a rezultatelor.

Fig. 5. Meniul de rapoarte

Pentru determinarea puterii de calcul a unui *Post de Transformare* sau a unei *Stații de Transformare* trebuie alese opțiunile respective din meniul programului (figura 8)

Raport CONSUMATORI
Rețeaua RURALĂ: Rețea JT

Denumirea consumatorului	Tipul	Denumirea	Dotarea	Numărul	Puterea de calcul (kW)	Puterea totală (kW)
c1	Casnic	Casă de vacanță	A3	1	1,5	1,5
c2	Terțiar	Creșă grădiniță		1	3	3
c2	Terțiar	Școală		1	4,5	4,5
c2	Casnic	Gospodărie în sat izolat	A1	20	0,9	18
c2	Casnic	Gospodărie în sat izolat	A1	10	0,9	9
c2	Casnic	Gospodărie în sat izolat	A1	5	0,9	4,5
c3	Casnic	Gospodărie în sat izolat	A1	20	0,9	18
c3	Casnic	Gospodărie în sat izolat	A1	10	0,9	9

Fig. 6. Raportul pentru consumatori

Raport LINII
Rețeaua RURALĂ: Rețea JT

Denumirea consumatorului	Tipul	Denumirea	Dotarea	Numărul	Puterea de calcul (kW)	Puterea totală (kW)
c1	Casnic	Casă de vacanță	A3	1	1,5	1,5
c2	Terțiar	Creșă grădiniță		1	3	3
c2	Terțiar	Școală		1	4,5	4,5
c2	Casnic	Gospodărie în sat izolat	A1	20	0,9	18
c2	Casnic	Gospodărie în sat izolat	A1	10	0,9	9
c2	Casnic	Gospodărie în sat izolat	A1	5	0,9	4,5
c3	Casnic	Gospodărie în sat izolat	A1	20	0,9	18
c3	Casnic	Gospodărie în sat izolat	A1	10	0,9	9

Fig. 7. Raportul pentru linii

După alegerea dorită, se va denumi postul sau stația de transformare și se va introduce tensiunea medie și cea joasă pentru postul de transformare, iar în cazul stației de transformare se va introduce tensiunea înaltă și cea medie.

Fig. 8. Alegerea stației / postului de transformare

Următorul pas permite definirea puterii pentru fiecare circuit al transformatorului. Aceste circuite se vor introduce pe rând, iar pentru determinarea puterii de calcul se va alege submeniul „Calcul putere”.

Rapoartele generate pentru posturile / stațiile de transformare sunt de genul celor prezentate în exemplele din figurile 9 și 10.

**Postul de transformare: PT1
20/0,4 kV**

Numărul circuitului	Puterea kW
1	100
2	100
3	100
Puterea de calcul rezultată este: 255 kW	

**Stația de transformare: ST1
110/20 kV**

Numărul circuitului	Puterea kW
1	1 000
2	1 000
3	1 000
Puterea de calcul rezultată este: 2 550 kW	

Fig. 9. Raportul pentru un post de transformare

Concluzii

În cadrul acestei lucrări este prezentat un program de calcul care implementează metodologia de calcul descrisă în PE 132/2003 pentru proiectarea rețelelor electrice de distribuție publică.

Programul de calcul este format din două mari module,

care realizează definirea topologiei rețelei și stabilirea sarcinilor electrice în rețea, respectiv dimensionarea elementelor de rețea.

Programul este prevăzut cu o interfață grafică ce permite utilizatorilor parcurgerea cu ușurință a tuturor etapelor de calcul. Rezultatele sunt oferite utilizatorilor sub forma unor fișiere tip text care pot fi vizualizate, tipărite sau importate de către alte aplicații.

În cadrul unui articol viitor, vor fi prezentate algoritmele implementate în cadrul modulului de calcul pentru dimensionarea elementelor de rețea după criteriile:

- a) curent maxim admisibil;
- b) solicitare termică la scurtcircuit;
- c) cădere de tensiune;
- d) secțiune economică.

Bibliografie

- [1] Bercovici M., Arie A., Poeată Al. – *Rețele electrice, calculul electric*, Editura Tehnică, București, 1974
- [2] Bădulescu N. – *Linii și stații electrice*, Editura Tehnică, București, 1967
- [3] Iacobescu Gh., Iordănescu I., Tudose M. – *Rețele și sisteme electrice*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1979
- [4] Eremia M., Trecat J., Germond A. – *Réseaux électriques. Aspects actuels*, Editura Tehnică, București, 2000
- [5] *** *Normativul PE 132/2003 pentru proiectarea rețelelor electrice de distribuție publică*
- [6] *** *Normativul PE 107/95 pentru proiectarea și execuția rețelelor de cabluri electrice*
- [7] Bazacliu G., Dumbravă V., Miculescu Th. – *Calculul regimului de funcționare a rețelelor electrice mari de medie și joasă tensiune*, revista *Energetica*, 54, nr. 4/2006, pag. 155 -159

Referent:

Prof. dr. ing. Constantin BULAC
Universitatea „POLITEHNICA” din București